

地震災害における送電設備の被害と、環境との適合のイメージに関する一考察^{*1}

An Idea to Identify the Image of Environment
through Transmission facilities of Electricity on The Site of Earthquake Disaster

山田 正人^{*2}

1. はじめに

景観計画等から、近年、送配電線の地中化の要請が強い。しかし、一般に地中構造物に比べ、こと送電に関しては架空送電のほうが、落雷等の事故の頻度にも関わらず、大きな損害を被らず、また事故後の復旧も容易であると言われている。今回の震災においては、地盤被害が大きかったこともあり、私の興味的一端は地中構造物の被害と架空構造物の被害について比較し、評価することである。しかしより大きな興味の対象は、いよいよ恒久構造物として認識されるべき送電設備、特に送電鉄塔のデザインである。被災状況を省みると共に、場所と構造物の関わりについて以下において考察を加える。

先の阪神・淡路大震災においては、電力供給設備の内、送電施設の被害は比較的軽微であった。主要な構造物である送電鉄塔は、一般的には地震荷重より大きいとされている風荷重に対して設計されており、地震に対して荷重の検討は十分である、とのことが実証された形となった。しかし、一部では、基礎地盤の被災により、部材の破損、軽微な傾斜等も見られた。また、配電設備の被災は、周囲の建築物等との共鳴により発生したものも多く見られたが、応急の復旧過程においては管路による他の供給導線（ライフライン）に比べ、比較的迅速な復旧が見られた。

我々は普段構造物をどのような単位でとらえ、認識しているのか、ここに送電系統の場合について整理する。送電系統について、景観・規範論的観点からの設計と、力学・機能論的観点からの設計、計画

的観点からの設計の相違について整理してみる。イメージ構成の基本となる単位と、表現におけるその単位の現れ方に着目して整理を試みる。

立体的な造形の手法として二つのものが考えられる。彫刻と塑像である。彫刻は大きめの材料から、不要な部分を取り去り、掘り出してゆく方法に対し、塑像は、骨格となる芯に対して肉付けを行う方法である。土木工学が産み出す基盤施設についても、2つの設計法があってしかるべきだ。

土木工学の対象とする構造物は、恒久構造物が多い。最低でも数十年、中には数百年、数千年の単位で考えるべき構造物が存在する。また、そのような構造物には、大規模な構造物が多く、その構造物自身が地形の一部として機能すると考えるものがある。数百年、数千年の単位においては、人間の一生涯を越える時間単位であるので、個体としての人間の経験を越えた設計基準が設けられて、しかるべきである。

従来の設計法においては、構造物は外力にさらされるものとして、この意味で常に受け身の設計基準から設計されて来た。構造物自身が地球の一部となり、地形を構成するのだから、地形を構成する部材として考えるべきであるともいえる。実は、構造物が環境におよぼす力を評価する姿勢が必要とされ、最近になってようやく環境影響評価、環境アセスメントが定着しつつある。もっとも、いまだ環境影響評価といえども、せいぜい、地球・環境が構造物から受ける外力としての評価にすぎないのではないのか。構造物と地球・環境は、一体となって機能するのであるから、構造物と地球・環境相互間の作用を、互いに外力の働き関係ではなく、内なる関係として捉

^{*1} Keywords 空間設計、計画手法論、防災計画

^{*2} 正会員 工務 岡山大学環境理工学部（〒700 岡山市津島中2-1-1 ☎086-251-8163 Fax086-253-2993）

えることはできまいか。

2. 被災状況

震災の被害を、被災の程度を報らせるために、報道主体によってさまざまな取り扱いがなされた。例えば、ある報告書¹⁾には次のような記述がある。ニュースソースは主に新聞記事と聞いている。

電気：姫路、尼崎等5つの発電所で9台の火力発電施設が停止し、地震直後には約85万世帯が停電、一時91万6千世帯に拡大したが、1月23日には全面復旧。

電話：神戸市内で電話交換機の異常が発生し、28万5線回線で発着信不能になったが、2日後には6万3千回線に減少し、2週間後に完全復旧した。

ガス：二次災害を恐れて直後よりガス供給を停止した。直後には83万4千戸の供給ストップ。2日後には85万戸に増加し、地震発生より、10日後から供給ストップが減少を始める。

水道：水道管破裂により、地震直後には40万戸の断水。地震2日後には107万戸に増加したが、3月末でほぼ復旧した。

下水道：下水道については情報が乏しいが、下水管の損傷は600箇所、処理場の損傷は43箇所との報告もある。家庭から枝管末端については多くの場合破壊されているのではないかと推定されている。

この例では、ライフライン間の特性の違いがよく現れている。需要が立ち上がるにつれ2日目以降かえって供給支障が顕在化することあることが報告されている。供給支障の対象となった「配」線・管は、世帯・回線・戸・軒等が用いられ、比較の際、注意を要する。供給者側の施設の破損は箇所、機器の破損は台等であらわされる。冷静に考えれば、判断を誤ることはないのだが、緊急時には情報源とともに注意を要することがあるようだ。

さて、当該地域の電力供給を管轄する関西電力によれば、地震時283.6万kW、260万軒の供給支障が発生している。電力における供給支障には、雷害等による短絡事故のように自然に治癒、あるいは自動的に復旧する性質のものも含まれ、それが、17日5:46AM時点にはこの値になる。同日7:30AM時点では100万軒となり、上記の91万6千世帯とほぼ等

しくなる。この値は家庭や業務用に配電される直前の6kV変電所レベルをベースとしている。需要側の設備が壊滅状態で受電不能のものを除いて応急送電が完了したとされる23日15:00時点までの回復状況と経過時間の関係を図1に示す。

なお、避難所における収容人員は23日にピークを迎える。

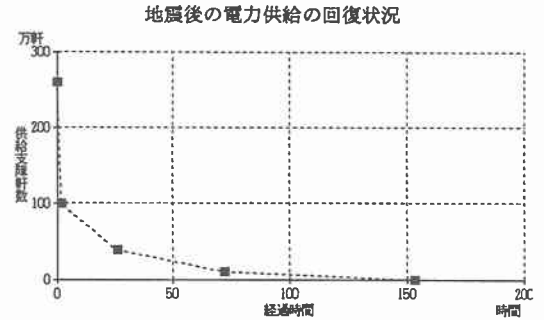


図1

次に、電力設備の被害状況については、表2を参照のこと。

表2 電力設備被害状況

設備の被害		
水力発電所	被害無し	
火力発電所	10カ所(20Unit)	
原子力発電所	被害無し	
変電所	50変電所で181件	
主な被害は	変圧器	52台
	断路機	41台
	遮断機	10台
送電線路 (架空線)		23線路
主な被害は	電線	3径間
	鉄塔	20基
	碍子	39基
(地中線)		102線路
主な被害は	ケーブル	405条
	管路	212径間
	人孔	268ヶ所

電力設備においては、施設の物理的な損傷が、直ちに電気回路的障害を引き起こしているとは限らない。事後の処置によって供給が見直される場合があ

る。

さて、送電線路（架空送電と地中送電）の被害であるが、架空送電線路の場合、電線は3径間のみ、部材等が変形するに至った鉄塔は20基のみで、碍子等の破損は39基であった。一方、地中線の被害は、ケーブル405条、管路の被害212径間、人孔268ヶ所と数多くの被害をだしている。

被災地が主に市街地に集中したこともあり、架空送電に比べ、地中送電の被害が目立つ。

配電系統の被災は、649回線支持物約11,000基に及ぶ。これらのほとんどが、家屋の倒壊等により二次的に引き起こされたもの、また、地盤が崩壊したためのものと言われる。電柱と鉄塔数地の亀裂等も含め、基礎地盤が大きく揺れたことによる被災が目立ったと言えよう。

3. 被災の集計

施設の被災にはさまざまな態様があるが、これらを全体として集計してみようとするとき、一つの尺度として被害金額からみる方法がある。さまざまな意味での被害金額があるが、ここでは、施設復旧のための予算としてみた被害金額を見る。（表3・図4）

これには、当面突発的な事故等が生じない限り、とりあえず電力が供給できるレベルへの、応急復旧のための予算と、安定した供給を保証できるサービス事業としての本格復旧のための予算が分けて考えられている。

表3 復旧費用の概算額（平成7年1月26日現在）

（百万円）	復旧費用
発電設備	42,000
変電設備	16,700
送電設備	38,300
配電設備	96,000
通信設備	4,000
社屋等その他	29,000
合計	226,000

ちなみに関西電力の年間売り上げは2兆3千億円、年間設備投資費は平年8千億円程度である。

被害金額は配電系統がもっとも大きく、特に応急復旧に要する金額は群を抜いている。

送電鉄塔の復旧予算の内、架空線にかかわるもの

が約160億円、地中線に関わるものが約220億円等となっている。この金額には点検調査に要する費用を含んでいる。

被害金額（復旧予算）

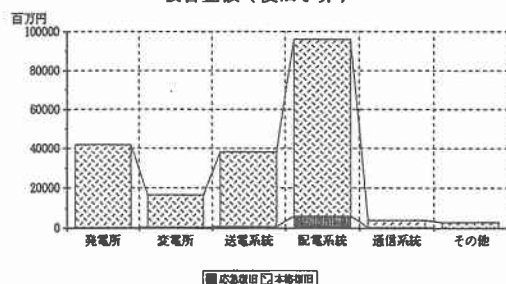


図4

日本の都市空間の中で、供給処理系施設いわゆるライフラインには、いまだ仮設的な空間の割り当てしかなされていないようにも思える。景観上の問題等が生じるのも、このようなところに問題があるのではなかろうか。

今後まだ需要の増加が見込まれる、通信系の配線等も含めて、いかに恒設の空間が確保されるべきか、今後の議論が必要となろう。場合によっては、公共的な空間とみなすべきか、むしろ民民的な、あるいは私的な空間とみなすべきかから議論せねばなるまい。

このような意味で、道路・街路等の空間における、これらの施設のありかたを含めて、地中化する可否か以前に問題とすべきではなかったのか。

4. 鉄塔の被災と復旧状況

もっとも大きく被災した鉄塔のうちの一つは、野島断層が発見されたというテレビニュース時に放映された。関西電力管内の特別高圧架空送電線路を調査したのは、7月31日である。同時点においては、すでに、被災鉄塔は、解体されており、また断層面は夏草に覆われ、破砕帯から湧水が多量に見られた。同線における被災の概要は次の通りである。

被災鉄塔は、断層上に位置し、鉄塔直下にクラックが走り、南北方向に約1mのずれを生じたものと推定された。これにともない鉄塔は支柱材の挫屈、湾曲、捻れ等が観測されている。塔高は約38m、

根開きは8 m程度の四角鉄塔であるが、塔頂での傾斜は最大2 m程度である。

被災鉄塔は、いずれも脚下部において被災しており、今回の地震による被災の特徴、すなわち、地盤災害による、2次の被害であることが見受けられる。

同線は、被災後も停電する等の支障なく、当面の供給支障発生箇所の探査が先行し、当該被害が確認されたのは、翌日ヘリコプターによる巡視に際してであったとのことである。定期的なものも含め、点検調査の巡視等に裂かれる労力は無視できず、鉄塔建設位置決定の際には地形上の険しいところはなるべく避けた方がよい。またこのような鉄塔は、周辺の景観にとけ込ませようとしても、スケール感、想定される頻度の高い視点場と視対象としての送電鉄塔の位置関係等から、それでもランドマークとならざるをえないこともある。特に、異常時の対応を限られた人数でこなすこと等も、送電鉄塔の立地決定の際に考慮すべき要件である。

7月31日現在、この線路は鉄塔の移設・建て替えを行う方向で調整が進められているとのことであった。

被害を受けた鉄塔のいくつかは、解体の上、部材を再利用することであった。また、解体されていないものについては、台風などに備えて、根開きを固定し、柱材を補強するために、斜材、副材等による補強工事がなされている。

淡路島北部の当該地域への配電は、将来的には、明石海峡大橋にケーブルが添架される計画となっている旨である。移設・建て替えが検討されている線路を含め、当面の最終的な形に落ちつくには、なお時間を要する。

5. まとめ

阪神・淡路大震災を契機として、送電施設群の持つイメージを被害状況の把握を手段として構成してみた。

最終的に各世帯に供給される配電線は、ほとんどの場合たかだか一本であるが、確実にあの数十階建てのビルディングに相当する大きさを持つ送電鉄塔とつながっており、そのことが自立した生活をおくる上での大きな基盤となっている。

しかしながら、送電設備は、あるいは、他のライフラインを含めて、都市空間、国土空間において明確な位置づけがなされてきたであろうか。このことから、送電設備が視覚的景観的に残念ながらどちらかと言えば排除される方向で考えられてきたのではないかと思う。明示的に排除を標榜しなくとも、例えば、地中化することの要請が、無闇に強くなれば結果として同じことではないか。送電設備がどのような条件下で、例えば地下空間に置くべき要請が生じるべきか、ということが空間規範として議論されてのこと、とは思えないふしがあった。

恒設の施設、社会基盤としてみるなら、なおのことである。

地震災害に際して、送配電においては施設の物理的損傷にも関わらず、電力を送配する機能は保ったものが見られた。しかし、これらの施設は更新されねばならない。空間における機能の制約条件としての送配電施設の性質としては、信頼と安定供給を背景とすることがあげられる。このことは、テレビ画面に放映された画像として、高速道路の倒壊と反対の意味で、今回の地震災害のシンボルのようにとらえたのは私だけであろうか。

成熟した都市空間、国土空間を構成する上で、一つの試論を構成するために、送電施設と、環境のイメージとの適合について考えた。

併せて今後の防災、景観を含めた空間計画への、ヒントとなれば幸いである。

参考文献；

- 1) 岡山大学環境理工学部編、防災環境－阪神・淡路大震災に学ぶ－：河原長美、ライフラインの被害と今後の対策、'95.6.24；
- 2) 関西電力神戸支店電路課、兵庫県南部地震に伴う設備被害箇所視察資料－洲本編－、平成7年5月